Новости

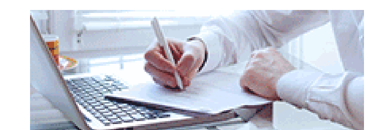
Статьи

Вебинары

Все записи







Керамические конденсаторы MLCC: особенности применения

10 января 2014



Многослойные керамические чип-конденсаторы (MLCC) представляют собой наиболее быстро растущий рынок, по сравнению с остальными типами конденсаторов. MLCC используются во всех областях электроники: потребительской, автомобильной, военной, медицинской, промышленной и др. Каждое приложение предъявляет свои требования к компонентам. Только зная все особенности применения, хранения и монтажа можно сделать правильный и обоснованный выбор конденсатора.

Многослойные керамические чип-конденсаторы (Multilayer Ceramic Capacitors, MLCC) играют решающую роль в технологии поверхностного монтажа с момента их появления. Они имеют ценные особенности, которые обеспечивают их широкое распространение [1]. Среди таких особенностей можно отметить: высокую удельную емкость, широкий диапазон номинальных емкостей, широкий диапазон рабочих напряжений, стандартный набор типоразмеров (таблица 1), позволяющий легко использовать аналоги различных фирм производителей.

Таблица 1 – Стандартные типоразмеры MLCC-конденсаторов

Типоразмер дюймовый	Типоразмер метрический	Длина, (мм)	Ширина, (мм)
01005	0402	0.4	0.2
0201	0603	0.6	0.3
0402	1005	1.0	0.5
0603	1608	1.6	0.8
0805	2012	2.0	1.25
1206	3216	3.2	1.6
1210	3225	3.2	2.5
1808	4520	4.5	2.0
1812	4532	4.5	3.2
2220	5650	5.6	5.0

Благодаря перечисленным качествам, MLCC применяются практически во всех отраслях электроники. Для ряда приложений критично иметь большие размеры компонентов, например, в высоковольтных схемах. Однако анализ рынка продаж показывает [2], что существует четкая и уверенная тенденция к миниатюризации (рисунок 1). Этому есть несколько причин. С одной стороны, уменьшение размеров конденсаторов приводит к улучшению частотных свойств [2], а с другой стороны позволяет экономить место на плате [3] (таблица 2).

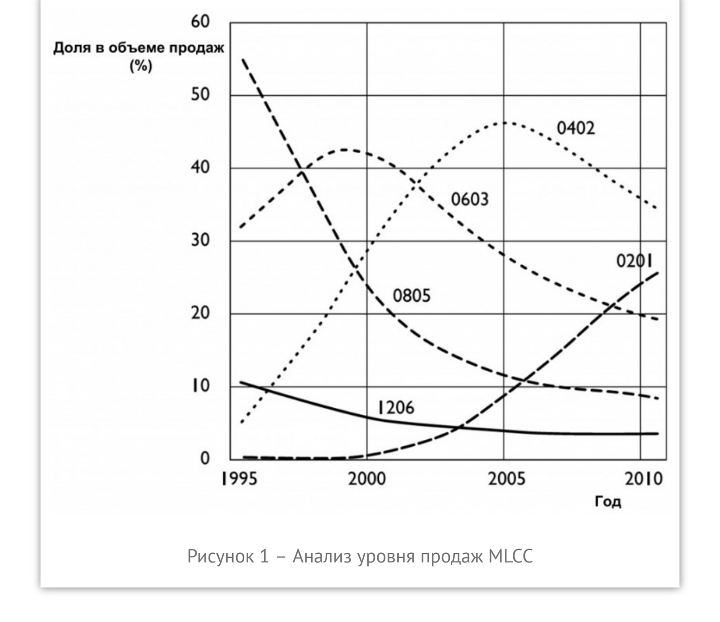


Рисунок 1 – Анализ уровня продаж MLCC

Таблица 2 – Сокращение объема и площади занимаемых различными типоразмерами элементов

Типоразмер	Занимаемая площадь		Занимаемый объем		Плотность размещения MLCC/ кв.см
	кв. мм	%	куб. мм	%	
1206	5.12	100	8.2	100	4..5
0805	2.5	49	3.2	39	7..8
0603	1.28	25	1.2	15	до 13
0402	0.5	10	0.25	3	до 25
0201	0.18	4	0.054	1	до 48
01005	0.08	2	0.016	0.2	до 90

Требования к конденсаторам в различных приложениях могут сильно отличаться. Именно поэтому при выборе конкретного конденсатора необходимо определяться не только с требованиями к электрическим параметрам, но и с технологией монтажа.

Производство и конструкция MLCC

Большое влияние на параметры конденсаторов оказывают множество факторов. Одним из основных является тип используемого диэлектрика. В MLCC используются неорганические твердые диэлектрики [3,4]. По типу используемого диэлектрика керамические конденсаторы можно поделить на два класса (таблица 3):

- **Класс 1 (Class 1)** – конденсаторы с высокостабильным диэлектриком, имеющим высокую добротность, линейную температурную зависимость (диэлектрическая проницаемость ε_r меняется от 6 до 550). Примером таких конденсаторов являются NPO. Они применяются во времязадающих цепях и фильтрах, где основными требованиями являются низкие потери, высокая стабильность емкости и других параметров.
- **Класс 2 (Class 2)** – конденсаторы с более высоким уровнем потерь и нелинейной зависимостью ε_r. Примером могут быть X7R, X5R и Y5V MLCC. Они используются как разделительные и блокировочные конденсаторы.

В качестве диэлектрика в конденсаторах второго типа используется $BaTiO_3$ [5]. Этот материал имеет доменную структуру и выраженные ферримагнитные свойства (рисунок 2). При температуре выше температуры Кюри кристаллическая структура $BaTiO_3$ имеет кубическую форму и доменная структура отсутствует, так как элементарные ячейки становятся неполярными. При температуре ниже точки Кюри происходит перераспределение объемного заряда и одна из осей начинает вытягиваться. Структура принимает прямоугольную форму, а при дальнейшем охлаждении форму параллелепипеда. Полученные ячейки становятся полярными, появляется доменная структура. Внутри каждого домена все электрические диполи полярного диэлектрика сориентированы одинаково. Но направления поляризации соседних доменов могут отличаться. Сам процесс поляризации доменов без приложения внешнего поля носит название самопроизвольной поляризации. Эта особенность $BaTiO_3$ приводит к двум последствиям: нелинейной зависимости диэлектрической проницаемости от температуры

(рисунок 2) и к нелинейной зависимости диэлектрической проницаемости от приложенного напряжения (эффект DC-bias).

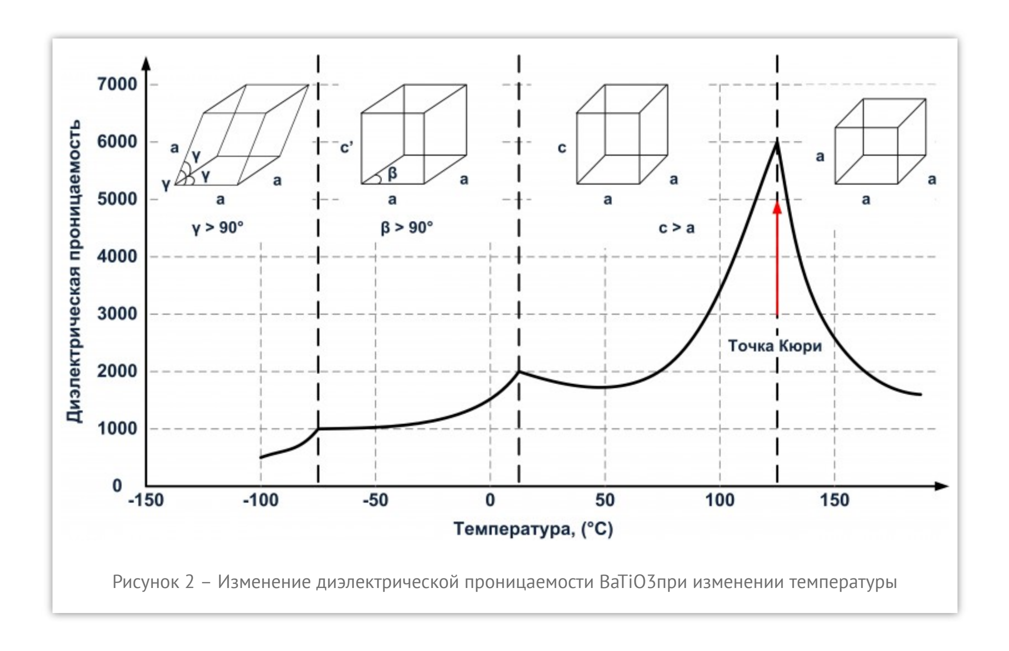


Рисунок 2 – Изменение диэлектрической проницаемости BaTiO3при изменении температуры

Процесс изготовления керамических конденсаторов включает множество технологических операций и состоит из нескольких стадий [3]. Исходные материалы керамической основы измельчаются до состояния пудры и перемешиваются. Пудра проходит обжиг при температурах 1100 – 1300°C для получения требуемой химической структуры. Полученная масса вновь измельчается. В нее добавляются необходимые добавки (в том числе для придания необходимых механических свойств). После этого материал раскатывается или прессуется в листы. Материал внутренних электродов (рисунок 3) напрессовывается на диэлектрическую подложку, после чего полученная структура спекается при 1000 – 1400°C. Строгое соблюдение технологии нанесения электродов является определяющей для качества и срока службы конденсатора. Металлизированные листы спрессовываются в многослойную конструкцию. Соединение внутренних электродов с внешними электродами производится только с торцов. Внутренние электроды спрятаны внутри конденсатора и не имеют выхода наружу.

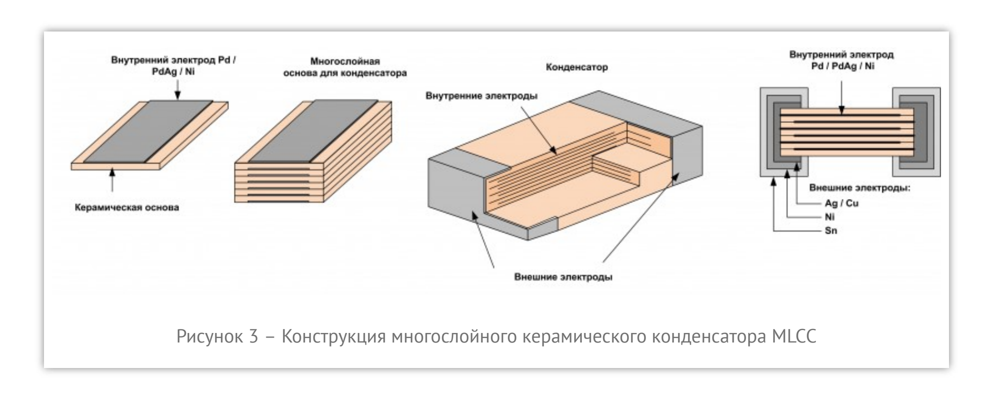


Рисунок 3 – Конструкция многослойного керамического конденсатора MLCC

Таблица 3– Материалы, применяемые при производстве MLCC-конденсаторов

Элемент конструкции	1 Класс				2 Класс			
	NPO (NME)		NPO		X7R/X5R		Y5V	
	Материал	Удельный вес, %	Материал	Удельный вес, %	Материал	Удельный вес, %	Материал	Удельный вес, %
Керамическая основа	TiO_2	88 – 93	$CaZrO_3$	64 – 90	$BaTiO_3$	45 – 94	$BaTiO_3$	45 – 85
	дополнительные примеси	0.8 – 1.0						
Внутренние электроды	Серебро	2.0 – 7.5	Никель	3.2 – 8.4	Никель	1.6 – 13.8	Никель	7.3 – 13.8
	Палладий	0.25 – 2.8						
Наружный электрод	Серебро	2.2 – 21	Медь	4.3 – 19.8	Медь	2.95 – 25.5	Медь	4.1 – 18.5
Покрытие выводов	Никель	0.2 – 3	Никель	0.4 – 2	Никель	0.075 – 5.5	Никель	0.11 – 7.5
Покрытие для пайки	Олово	0.65 – 6	Олово	1.2 – 6.5	Олово	0.26 – 19	Олово	0.4 – 18.5

Конструктивные особенности и тип диэлектрика определяют рабочие характеристики конденсаторов.

Основные рабочие характеристики MLCC-конденсаторов

Основными характеристиками MLCC-конденсаторов являются: номинальная емкость, начальная точность, рабочее напряжение, диапазон рабочих температур, температурный коэффициент емкости и tgδ.

Номинальная емкость/Capacitance value (пФ/нФ/мкФ). Является основным параметром конденсатора. Для MLCC она определяется по формуле:

$$C = \varepsilon_r \times \varepsilon_0 \times S \times (N_e - 1)/d \quad (1)$$

Где ε_r– диэлектрическая проницаемость материала, ε_0 – электрическая постоянная, S – площадь внутренних электродов, N_e – число внутренних слоев электродов, d – толщина диэлектрика. Из анализа этой формулы можно сделать несколько выводов. Во-первых, емкость конденсатора – изменяется под действием факторов окружающей среды. Во-вторых, для получения меньших номиналов емкости достаточно увеличить толщину диэлектрика, это приведет и к росту электрической прочности. Соответственно конденсаторы с меньшим значением емкости, как правило, имеют большее значение напряжения пробоя.

Начальная точность емкости/Capacitance tolerance (%). Характеризует максимальное отклонение емкости от номинального значения.

Рабочее напряжение/Rated voltage (В). Характеризует постоянное напряжение, которое может быть приложено к конденсатору без потери его эксплуатационных свойств во всем диапазоне рабочих температур. MLCC-конденсаторы при определенных условиях способны выдерживать напряжения значительно превышающие рабочее напряжение. Более подробно об этом будет сказано ниже.

Температурный коэффициент емкости ТКЕ (10-6/°C). Величина ε_r зависит от температуры. Для конденсаторов 1 класса ε_r линейно зависит от температуры. Для конденсаторов 2 класса ε_r зависит от температуры нелинейно (рисунок 2). В результате этого из (1) следует, что изменяться будет и емкость конденсатора (рисунок 4). ТКЕ характеризует изменение емкости при росте температуры на 1/°C.

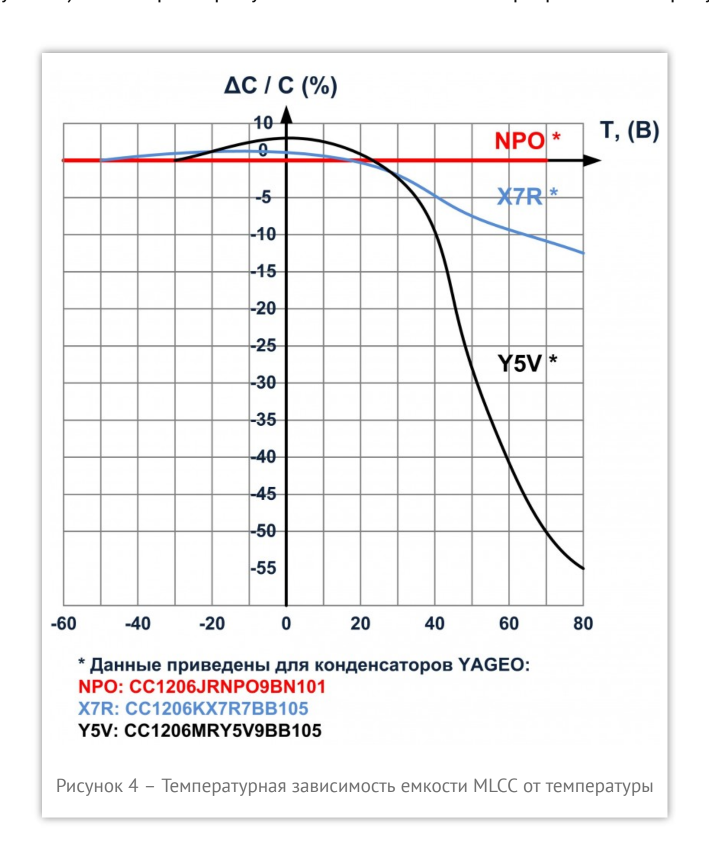


Рисунок 4 – Температурная зависимость емкости MLCC от температуры

К сожалению, реальный керамический конденсатор не является идеальным элементом [3] (рисунок 5). Эквивалентная схема помимо полезной емкости C содержит несколько паразитных составляющих.

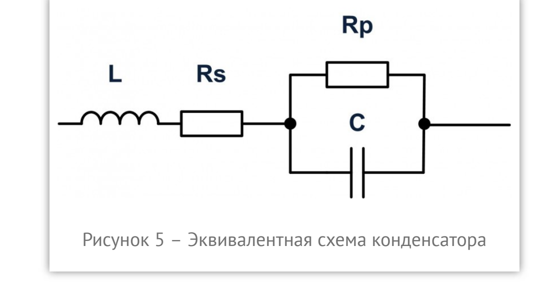


Рисунок 5 – Эквивалентная схема конденсатора

Параллельное сопротивление (Rp). Характеризует сопротивление поверхности конденсатора и сопротивление самого диэлектрика. Rp также определяет поляризационные потери в переменных электрических полях. Важно отметить, что параллельное сопротивление дополнительно определяет явление саморазряда конденсатора. Значение Rp для керамических конденсаторов велико на низких частотах, но с ростом частоты снижается.

Последовательное сопротивление (Rs). Характеризует сопротивление контактов и выводов компонента. До нескольких десятков МГц величина последовательного сопротивления мала и меняется слабо (рисунок 6). На высоких частотах начинает проявляться скин-эффект и величина сопротивления возрастает.

Последовательная индуктивность (L). Определяется индуктивностью выводов и внутренней индуктивностью конденсатора. Для чип-конденсаторов она пренебрежимо мала на низких частотах. Для высоких частот влияние последовательной индуктивности растет. Для частот выше резонансной частоты конденсатор, по сути, начинает вести себя как индуктивность (рисунок 6).

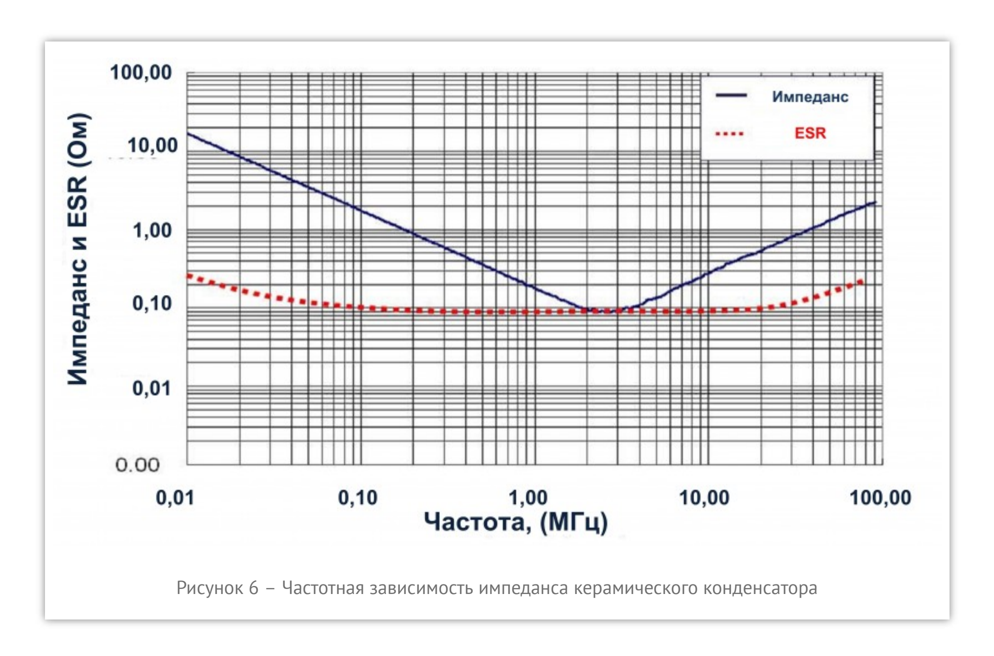


Рисунок 6 – Частотная зависимость импеданса керамического конденсатора

Тангенс угла диэлектрических потерь tgδ. Потери в конденсаторе характеризуют с помощью tgδ, который определяет отношение между активной и реактивной составляющей импеданса конденсатора:

$$tg\delta = |R/X| = R_P + R_S(1+(\omega C R_P)^2)/(\omega C R_P)^2 - \omega L(1+(\omega C R_P)^2) \quad (2)$$

Анализ формулы показывает, что зависимость tgδ имеет резонансную частоту [3] (рисунок 7). Наличие потерь мощности приводит к разогреву конденсатора при работе на переменном токе.

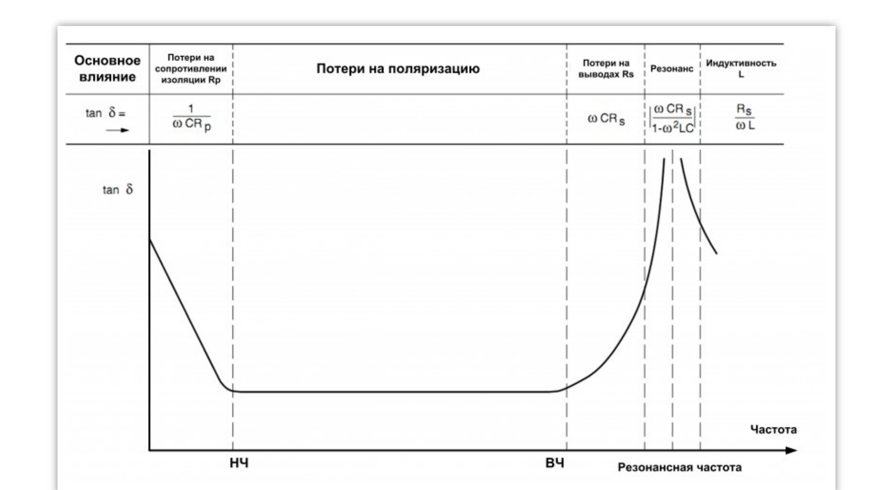


Рисунок 7 – Частотная зависимость tgδ

Помимо температурной зависимости емкости есть дополнительные особенности MLCC-конденсаторов о которых необходимо помнить.

Эффект смещения при постоянном токе (DC-bias) представляет собой зависимость величины емкости от приложенного напряжения. Как было сказано выше, конденсаторы 2 класса используют в качестве диэлектрика $BaTiO_3$, который является ферромагнетиком и имеет доменную структуру. Внутри домена все электрические диполи полярного диэлектрика сориентированы одинаково. Но направления поляризации соседних доменов могут отличаться. При приложении внешнего напряжения происходит ориентация доменов по приложенному полю. В результате диэлектрическая проницаемость изменяется. Однако зависимость является нелинейной (рисунок 8). Для конденсаторов 1 класса эффект смещения при постоянном токе практически полностью отсутствует.

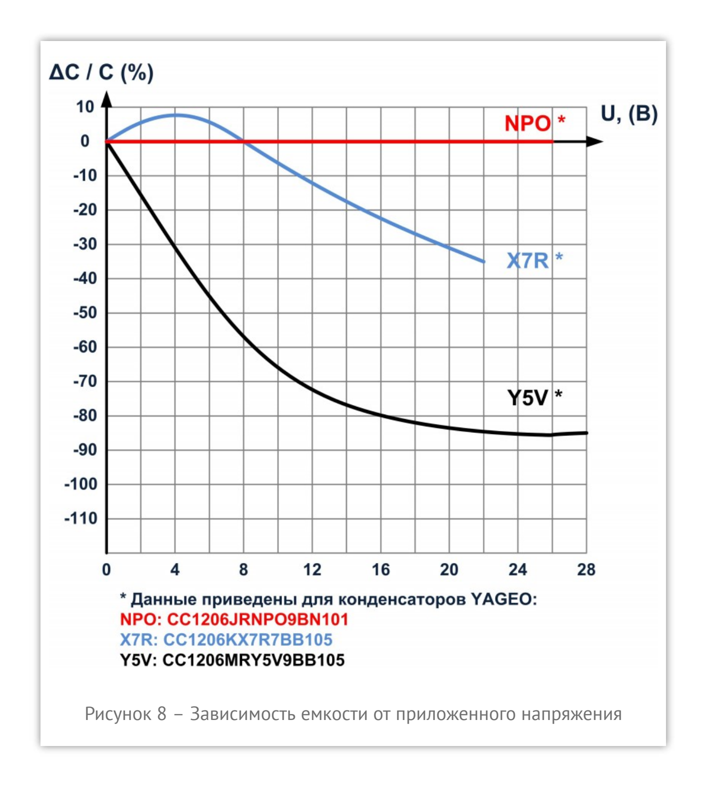


Рисунок 8 – Зависимость емкости от приложенного напряжения

Работа конденсатора в рамках рабочих диапазонов напряжений и температур является обязательным условием долгой жизни конденсатора. При несоблюдении этого условия конденсатор может выходить из строя, например, при пробое.

Физические основы пробоя MLCC-конденсаторов

Различают три типа пробоя MLCC-конденсаторов [6]: непосредственный пробой диэлектрика, электротермический пробой, электромеханический пробой.

Пробой диэлектрика. Если при работе с высоким напряжением напряженность поля превышает электрическую прочность диэлектрика происходит пробой диэлектрика. Как было сказано выше, величина электрической прочности зависит от качества структуры и толщины слоя диэлектрика. Однако эта зависимость имеет достаточно сложную форму. Но в целом можно говорить, что у конденсаторов с меньшим значением емкости слой диэлектрика толще и, соответственно, выше пробивное напряжение.

Электротермический пробой. Перегрев конденсатора может привести к электротермическому пробою. Важным параметром здесь является температура окружающей среды. Но не стоит забывать и о саморазогреве конденсатора. Вследствие наличия собственных потерь мощности конденсатор разогревается. Величина потерь мощности зависит от частоты, амплитуды напряжения и от величины емкости:

$$P = \omega C V^2_{RMS}\, tg\delta \quad (3)$$

В условиях термического равновесия, генерируемое конденсатором тепло равно теплу, отдаваемому в окружающую среду за счет теплопроводности, конвекции и излучения:

$$P = \Delta T/R_{th} \quad (4)$$

где R_{th}–тепловое сопротивление при передаче тепла (°C/Вт), ΔT – перегрев конденсатора (°C). Величина Rth зависит от типоразмера компонента. Значения теплового сопротивления для некоторых типоразмеров приведены в таблице 4. Формулы (3) и (4) показывают, что при работе на переменном токе величина перегрева ΔT на заданной частоте пропорциональна квадрату амплитуды напряжения. Это справедливо для конденсаторов 1 класса. Для конденсаторов 2 класса tgδ зависит не только от частоты, но и от величины приложенного напряжения и температуры. Существует и особый вид электротермического пробоя – коронный поверхностный разряд. Возникает он в случаях, когда напряжение между выводами достаточно велико для ионизации воздуха. На появление этого пробоя оказывают влияние несколько факторов: форма выводов конденсатора, степень чистоты поверхности, расстояние между выводами (чем меньше типоразмер конденсатора, тем выше вероятность такого разряда).

Электромеханический пробой. Данный тип пробоя характерен для конденсаторов 2 класса с полярным диэлектриком и не происходит в конденсаторах 1 класса. Диэлектрики керамических конденсаторов 2 класса имеют доменную структуру. При приложении внешнего напряжения происходит ориентация доменов. При этом происходит и некоторое увеличение геометрических размеров диэлектрика в направлении суммарного электрического поля. Если эти изменения происходят медленно, то возникающие миниатюрные механические напряжения разделены во времени и результирующее механическое напряжение не велико. Если же происходит быстрый рост напряжения dV/dt, то может произойти разрушение диэлектрика. Рассмотрим возможность пробоя конденсаторов при работе в цепях с постоянным, переменным и пульсирующим напряжением.

Пробой MLCC-конденсаторов в цепях постоянного напряжения

В таких цепях возможны два типа пробоя: пробой диэлектрика и коронный разряд. Экспериментальные данные (рисунок 9) позволяют сделать несколько важных выводов [6]:

- Напряжение пробоя конденсатора в разы выше, чем номинальное рабочее напряжение. Для конденсаторов с рабочим напряжением 50 В пробивное напряжение достигает 1500 В для NPO и 500 В для X7R. Впрочем, важно понимать, что данные измерения проводятся при комнатной температуре и при ограниченном времени приложения напряжения, в то время как рабочее напряжение определяется для всего диапазона рабочих температур и для времени приложения тестового напряжения 1000 ч.
- Конденсаторы NPO при прочих равных условиях имеют более высокую стойкость к пробою, чем X7R.
- Конденсаторы с меньшими значениями емкости имеют более высокие пробивные напряжения.
- Конденсаторы с большими типоразмерами менее склонны к пробою, в том числе, они более устойчивы к коронному разряду.

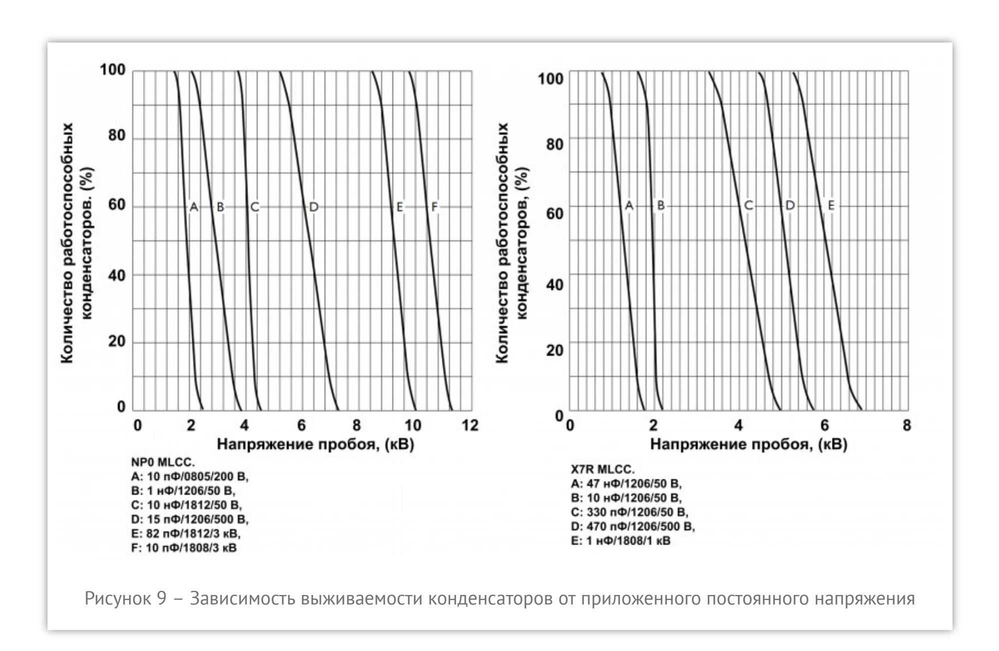


Рисунок 9 – Зависимость выживаемости конденсаторов от приложенного постоянного напряжения

Пробой MLCC-конденсаторов в цепях переменного и пульсирующего напряжения

Пробой конденсаторов в цепях переменного напряжения определяется по провалу сопротивления изоляции. Зависимость величины напряжения пробоя от величины емкости при заданной частоте соответствует зависимости в цепях постоянного напряжения. Особо стоит рассмотреть частотную зависимость пробивного напряжения. Она имеет две ярко выраженные области [6] (рисунок 10):

- На низких частотах уровень пробивного напряжения практически не зависит от частоты сигнала. Пробой в данной области характеризуется пробоем диэлектрика. Но величина напряжения пробоя меньше примерно на 30% чем в цепях постоянного напряжения.
- На высоких частотах напряжение связано с электротермическим пробоем.

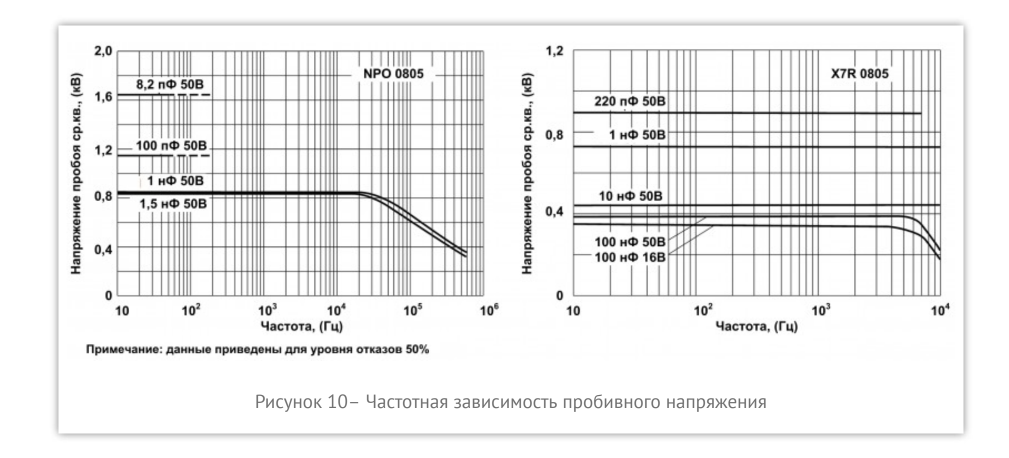


Рисунок 10– Частотная зависимость пробивного напряжения

Действие переменного напряжения приводит к потерям мощности и разогреву самого конденсатора. Величина перегрева конденсатора с ростом амплитуды переменного напряжения имеет ряд интересных особенностей [6] (рисунок 11):

- При равных условиях перегрев NPO конденсатора будет меньше, чем X7R. Это связано с тем, что величина tgδ у NPO меньше.
- Величина перегрева для NPO примерно пропорционально квадрату амплитуды напряжения, что соответствует формулам (3) и (4).
- Зависимости перегрева X7R имеет сложный характер. С ростом температуры меняется tgδ, что приводит к изменению выделяемой мощности и изменению температуры.

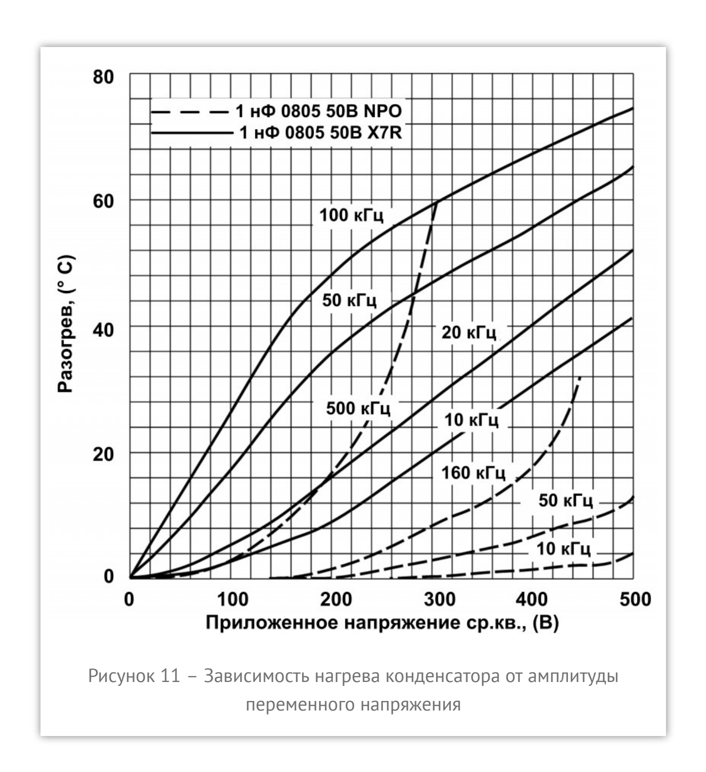


Рисунок 11 – Зависимость нагрева конденсатора от амплитуды переменного напряжения

Цепи пульсирующего напряжения. Стоит отметить, что существует большое количество приложений с пульсирующей формой напряжения (автомобильная электроника, ИВЭП и др.). Каждая область предъявляет свои требования к устройству в целом. Однако, для конденсаторов нет конкретных требований к устойчивости к помехам. Поэтому для каждого типа конденсаторов зачастую применяют

общие методы проверки конкретной области. Именно поэтому необходимо пристальное внимание уделять к условиям проведения испытаний и типам тестовых воздействий.

Особенности применения MLCC-конденсаторов в высоковольтных приложениях

MLCC являются отличной альтернативой пленочным конденсаторам в высоковольтных и силовых схемах. Они обладают не только высокой стойкостью к механическим воздействиям и электростатике, но и широким диапазоном частот, низким последовательным сопротивлением и высокой температурной стабильностью. Из описанных выше особенностей MLCC очевидными являются общие особенности высоковольтных конденсаторов [7] (таблица 4). Во-первых, типоразмеры высоковольтных конденсаторов не могут быть миниатюрными. В противном случае, вероятность коронного разряда будет слишком велика. Во-вторых, емкость высоковольтных конденсаторов не велика. Так как для получения большой электрической прочности требуется увеличивать толщину слоев диэлектрика. В третьих, керамика Y5V имеет слишком большие потери и не используется для высоковольтных приложений.

Таблица 4 – Высоковольтные MLCC-конденсаторы Yageo

Постоянное рабочее напряжение, (В)		0805	1206	1210	1808	1812
NPO	200	10пФ…560 пФ	10пФ…1.5нФ	1.8нФ…3.3нФ	–	3.9нФ…5.6нФ
	500	–	10пФ…1нФ	47пФ…1.8нФ	–	2.2нФ…3.3нФ
	1000	–	120пФ…390пФ	–	–	100пФ…1.5нФ
	2000	–	22пФ…100нФ	–	–	–
	3000	–	–	–	3.3пФ…120пФ	10пФ…220пФ
	4000	–	–	–	10пФ…22пФ	10пФ…47пФ
	Точность, %	± 5				
X7R	200	220пФ…6.8нФ	680пФ…33нФ	22нФ…47нФ	–	47нФ…100нФ
	500	–	470пФ…3.3нФ	3.3нФ…6.8нФ	–	10нФ…15нФ
	1000	–	470пФ…3.3нФ	–	470пФ…3.3нФ	1нФ…10нФ
	2000	–	–	–	470пФ…2.2нФ	1нФ…4.7нФ
	Точность, %	± 5				
Тепловое сопротивление, Rth (°C/Вт)		172	153	137	130	118
Покрытие выводов		Ni / Sn				

Стоит отметить, что для высоковольтных конденсаторов справедливы все выводы сделанные в предыдущих разделах относительно зависимости пробивного напряжения от различных факторов.

Особенности измерения емкости MLCC-конденсаторов

При измерении емкости MLCC-конденсаторов часто возникают вопросы к точности полученных результатов [1]. Внесем ясность в процесс измерения. Для этого вновь необходимо обратиться к особенностям диэлектриков. Диэлектрик конденсаторов 2 класса имеет ферримагнитные свойства. При изменении температуры значение диэлектрической проницаемости изменяется. Соответственно, во время измерения температура должна находиться в рамках оговоренных производителем в документации. Кроме того, могут оговариваться и параметры влажности и давления. Так, например, для X5R компания Yageo предъявляет следующие требования к условиям измерения: температура от 15 до 35°C, влажность от 25 до 75%, давление от 86 кПа до 106 кПа. Однако для качественных измерений перечисленных требований недостаточно. Сам по себе процесс ориентации доменов является достаточно медленным процессом, а значит не только в момент измерения необходимо поддерживать температуру, но и до измерения конденсаторы должны быть выдержаны при заданной температуре. Еще одной важной особенностью измерения емкости является выбор тестового напряжения. В данном случае проявляется эффект смещения при постоянном токе (DC-bias). В итоге разные измерительные приборы будут давать различные данные. Особенно это заметно на примере конденсаторов большой емкости. Yageo рекомендует следующие условия для измерения:

- Измерительное оборудование: Agilent 4278 A/ 4284 A/ 4268 A (для C ≤ 22 мкФ);

- Измерительное оборудование: Agilent 4284 A/ 4268 A (для C > 22 мкФ);
- Параметры:
  - C = 10 мкФ, AC 1 В @ 1 кГц;
  - C > 10 мкФ, AC 0.5 В @ 120 Гц;
- Automatic Level Control (ALC): включено.

Устойчивость MLCC-конденсаторов к механическим воздействиям

Выше было описано возникновение внутренних механических напряжений в конденсаторах 2 класса при перепадах напряжений и температур. Однако важным свойством всего класса MLCC-конденсаторов является устойчивость к механическим воздействиям [1]. Существует два основных типа внешних механических воздействий: давление на компонент во время установки на плату перед монтажом и воздействие при изгибе печатной платы в процессе эксплуатации. Во время установки компонента на плату на компонент обязательно оказывается давление. Однако на настоящий момент нет документа нормирующего силу нажатия. Как правило, в документации производителя можно найти предельные значения силы нажатия. При этом важно обращать внимание на условия проведения теста. Тестовые механические воздействия и условия проведения испытаний при изгибе плат, в отличие от предыдущего случая, нормируются (например, IEC 68-2-21). Плата во время испытаний прогибается на величину нескольких миллиметров. Последний тип воздействия особенно критичен для автомобильных приложений. Существует специальный тип MLCC-конденсаторов «soft termination», которые обладают повышенной устойчивостью к таким механическим напряжениям. В них используются выводы на основе эластичных материалов с применением полимерно-серебряных проводящих материалов.

Особенности хранения и монтажа MLCC-конденсаторов

Керамические конденсаторы имеют отличные значения электрических параметров. Но качественные элементы – это только половина дела. Правильное хранение и монтаж конденсаторов является залогом их долгой службы и достижения всех заявленных характеристик [8].

Хранение. MLCC-конденсаторы с течением времени не теряют способность к пайке, но все же при длительном хранении возможно изменение этой способности не в лучшую сторону. Инженеры Yageo предлагают следующие условия хранения: температура хранения -5…+40°C, влажность 40…60%. Несмотря на то, что срок хранения конденсаторов составляет 2 года, рекомендуется использовать конденсаторы в первые полгода после их производства.

Разработка посадочного места. Рекомендуемые размеры посадочных мест для различных методов пайки отличаются. Для пайки волной контактные площадки могут иметь меньшие размеры, чем при ручной пайке. Следует самым внимательным образом обращать внимание на рекомендации по созданию посадочного места для конкретного типоразмера. Это особенно касается маленьких и легких типоразмеров (0603 и меньше). Силы поверхностного натяжения при расплавлении паяльной пасты могут развернуть легкий элемент или даже поднять его.

Изготовление трафарета. Важным этапом еще до монтажа является создание трафарета для нанесения паяльной пасты. Как и в случае с созданием посадочного места, следует обращать внимание на предоставляемые рекомендации. И вновь это особенно касается самых малых типоразмеров. Дело в том, что процессы создания трафаретов и монтажа для конденсаторов 0402 не сильно отличаются от 0603. Но размеры конденсаторов 0201 столь малы, что к трафаретам применяются особые требования.

Монтаж. Монтаж представляет собой целую совокупность технологических процессов. С точки зрения пайки, конденсаторы являются достаточно непривередливыми элементами. Они могут запаиваться как вручную (контактные паяльные станции, пайка горячим воздухом, инфракрасные станции), так и с помощью автоматизированных способов (пайка в печи). Общим для всех типов пайки является необходимость жестко выдерживать температурный режим для конкретного типа монтажа.

Отмывка. После монтажа следует процесс отмывки платы от продуктов пайки. Тип отмывки не критичен для конденсаторов. Если пайка велась при помощи канифольных флюсов — очистку можно не применять, если использовались активные флюсы — можно использовать обычную отмывку (в том числе и водой) с помощью специальных материалов, но можно применять и ультразвуковую очистку. При этом время ультразвуковой очистки не должно превышать диапазона 3 минут, а частоту

использовать на уровне 40 кГц. При переходе от стадии пайки к стадии очистки рекомендуется выдерживать временной интервал не менее 5 минут.

Заключение

Залог успешного применения конденсаторов складывается из трех составляющих:

- грамотный выбор конкретного компонента с учетом требований к электрическим параметрам;
- знание всех особенностей применения в различных условиях эксплуатации;
- соблюдение всех рекомендаций при разводке печатной платы, создании посадочного места и трафарета;
- соблюдение всех требований технологии монтажа;
- соблюдение правил хранения.

Литература

1. MLCC Application Manual. YAGEO 2005.
2. MLCCs size 0201. YAGEO 2002.
3. SURFACE-MOUNT CERAMIC MULTILAYER CAPACITORS. Introduction. V.11. YAGEO 2010.
4. SAFETY DATA SHEET. No.R-11-525-001. YAGEO 2013.
5. Mark D. Waugh. Design solutions for DC bias in multilayer ceramic capacitors. Electronic Engineering Times Europe. 2010.
6. DC, AC and Pulse Load of Multilayer Ceramic Capacitors. YAGEO 2002.
7. High-voltage MLCCs for power applications. YAGEO 2002.
8. SURFACE-MOUNT CERAMIC MULTILAYER CAPACITORS. General data, V.17.YAGEO 2012.

• • •

Наши информационные каналы

АО «КОМПЭЛ» © 1993-2020